

PARIS Mathieu
IUT Génie Electrique et Informatique Industrielle

Rapport de Stage

Parain de stage : J.C Raynaud

Tuteur de stage : F. Giamarchi

Juin 2006

Sommaire

1. Avant-propos

Remerciements :

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribués à la bonne réalisation de ce stage, et notamment Monsieur Jean-Claude Raynaud, tuteur de stage et Monsieur Jean-Louis Ségura affilié au service maintenance Vauvert 2.

2. Introduction

Comme tout étudiant en 2eme année d'IUT GEII, il m'était impératif d'effectuer un stage en entreprise d'une durée de 10 semaines, afin de parfaire mes compétences théoriques et techniques, mais surtout travailler mon intégration au monde salarial.

Multipliant les démarches personnelles, j'ai été finalement prit en temps que stagiaire à Conserves France, au sein de son site de production implanté à Vauvert. Entreprise évoluant, comme son nom l'indique, dans le secteur agro-alimentaire. Ainsi la majeure partie de l'usine se voit dotée de lignes de productions automatisées.

Lignes automatisées qui malheureusement ne sont pas toutes au dernier cri technologique. Entraînant défaillances de cycles et maintenance laborieuse, ce qui aboutie par conséquent à une perte de productivité sur les lignes en question.

Affilié au service de maintenance du secteur permanent de l'usine. Mon travail consistera donc, durant ces deux mois, à réaliser de bout en bout l'étude visant à remplacer les anciens mécanismes de commande d'une ligne d'emballage de produits finis par un asservissement de ses entrées et sorties sur un automate programmable industriel.
Si le projet est viable, il sera mit par la suite en application.

Ce rapport fait donc état de l'avancement de cette étude, de l'analyse fonctionnelle du système, en passant par le choix du matériel et le câblage électrique, jusqu'à la programmation finale de l'automate.

3. Présentation de l'entreprise



Bienvenue au sien de Conserves France, deuxième conservateur français. Cette société a pour activité principale l'appertisation de fruits et légumes mais également les plats cuisinés et les sauces à base de tomates.

3.1 – Conserves France : France et Europe

En France, Conserves France possède trois sites de production qui commercialisent environ 155 000 tonnes de produits finis par an.
L'effectif de l'entreprise est de 550 employés et 1000 saisonniers pour les campagnes de fruits et légumes.
C'est dans le sud, au cœur du bassin méditerranéen, à Nîmes, que la société a installé son siège.

Sur les trois usines françaises, les légumes sont appertisés à Saint Sylvestre sur lot dans un site de 41180m², les plats cuisinés sont fabriqués à l'usine de Tarascon pour un complexe de 38260m² et pour finir, c'est à Vauvert dans un site de 37700m² que sont réalisés les desserts à base de fruits.

En Europe, Conserves France possède deux antennes commerciales, une en Espagne à Barcelone et l'autre en Belgique à Bruxelles.
En Espagne encore, jus et boissons sont fabriqués et commercialisés sous la marque Juver. Un des marchés les plus prometteurs en Europe occidentale, avec une production de 170 000 litres par an.

Conserves France appartient au groupe Conserve Italia dont le siège est basé à Bologne, en Italie. Le groupe possède également les filiales Warburg en Allemagne, Mediterranean Growers en Angleterre et Konserwa Polska en Pologne.

3.2 – Un peu d'histoire : de 1953 à nos jours

1953 : La société Saint Mamet, située à proximité de Perpignan produit ses premières compotes.

1963 : Création de la coopérative agricole Conserve Gard à Nîmes. Construction de l'usine de fabrication de fruits au sirop.

1967 : La première production de fruits au sirop est lancée. L'union des coopératives Conserve Gard et Roussillon Alimentaire : « Saint Mamet et Murville » va donner naissance à Verjame.

1972 : Verjame devient une S.A. filiale de commercialisation de Conserve Gard.

1989 : Le groupe Conserve Italia rachète Otra, et son usine de production de plats cuisinés à Tarascon.

1996 : Otra rachète la société Lomco et devient ainsi propriétaire de l'usine de Saint Sylvestre sur Lot.

1997 : Otra absorbe la société Lomco par fusion. Otra rachète la société Verjame.

1998 : Fusion de Otra avec Verjame et constitution de la nouvelle société Conserves France.

2003 : Zumos Hesperia, filiale espagnole de Conserves France rachète Juver, le leader des jus et boissons en Espagne.

3.3 – Les marques :

Voici les différentes marques produites par la société Conserves France, sur ses trois sites de production français.



Fruits au sirop,
Desserts de fruits,
Confitures et compotes.



Tomates pelées,
Purées, pulpes,
Pulpes cuisinées,
Et sauces.



Jus,
Nectars,
Et boissons de fruits.
(Circuit Bar)



Spécialités orientales
Et harissa.



Mélanges de légumes,
Soupes, marrons,
Taboulés.



Plats cuisinés
Et légumes secs.

3.4 – Le site de production de Vauvert :

Ce site de production est donc chargé de fabriquer les desserts à base de fruit pour l'enseigne Conserves France. Pour s'adapter à la disponibilité des matières premières selon la période de l'année, l'usine a été répartie en deux secteurs distincts.

Le secteur Vauvert 1 :
Celui-ci est la partie saisonnière de l'entreprise, et d'ailleurs la plus grosse partie de celle-ci. Utilisant les produits des producteurs régionaux, c'est sur cette partie que sont réalisés les fruits au sirop, allant de la préparation des fruits, à l'emboîtage, au jutage – sertissage jusqu'à la stérilisation et la pasteurisation.

Le secteur Vauvert 2 :
Cette zone est bien entendu la partie permanente de l'entreprise, moins productive que la précédente sur le court terme, elle est chargée de réaliser les compotes, confitures et pâtes de fruits.

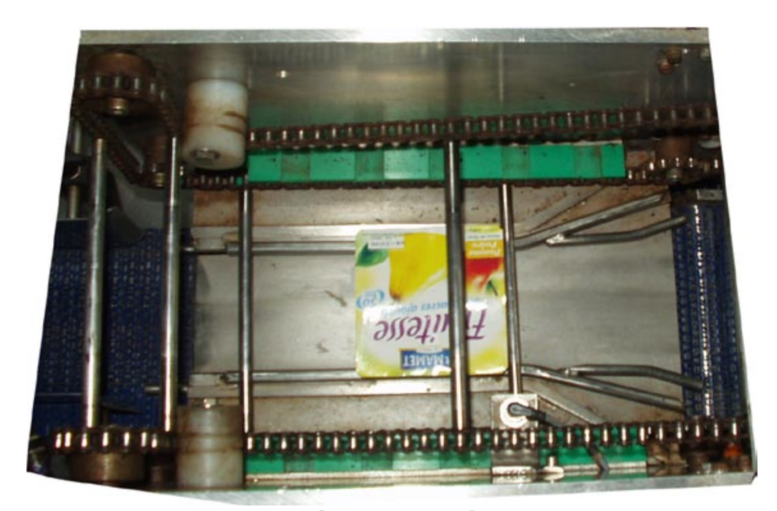
3.5 - Rôle du stagiaire :

Prit en temps que stagiaire dans le service maintenance du secteur permanant Vauvert 2, je vais devoir réaliser l'étude visant à remplacer l'ancienne commande automatisée d'une fardeleuse par automate programmable.

4 - Chaîne de production existante :
Bloc empileuse et fardeleuse pour petits pots plastiques

4.1 – Fonctionnement général :

Après avoir été thermoformés par lots de quatre, à partir d'un rouleau de plastique, puis remplis et recouverts d'un opercule. Les petits pots de compote sont acheminés jusqu'à l'ensemble empileuse et fardeleuse, qui a pour but de conditionner et d'emballer ces produits.
Le principe de fonctionnement de cette partie est très simple :
Apportés, donc, par un tapis roulant, les petits pots plastiques sont alors aiguillés par un basculeur entre deux niveaux, haut ou bas.



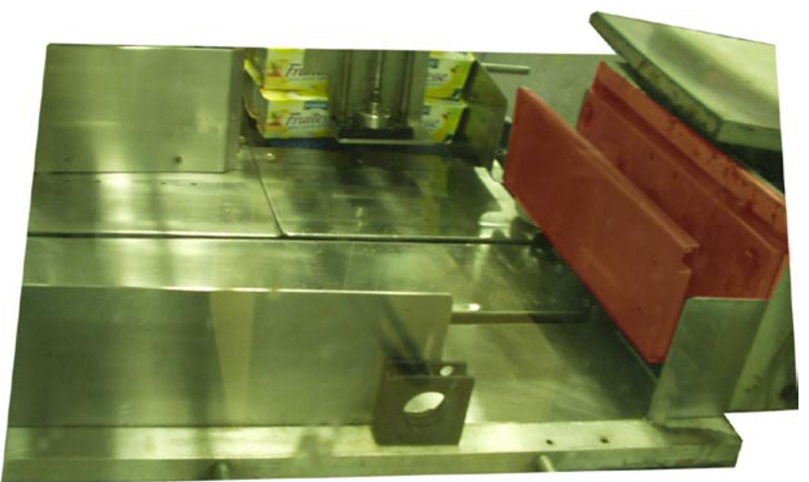
Ci-dessus : Basculeur

Ce qui a pour effet d'empiler deux à deux les lots de quatre pots. Nous sommes ici dans la section empileuse de la chaîne d'emballage.
Une fois que trois piles sont produites par l'empileuse, elles sont acheminées jusqu'à la fardeleuse par un vérin de translation.

Ci-dessous bloc translation



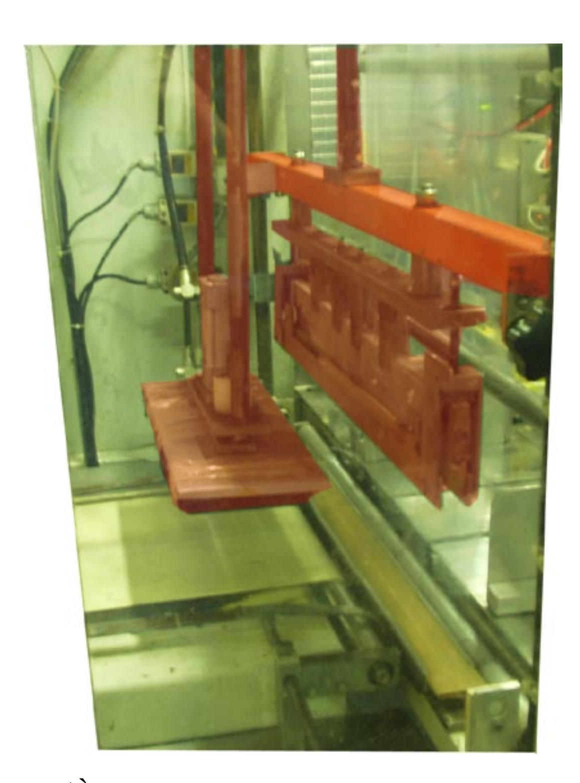
Ce vérin vient positionner la marchandise devant un pousseur horizontal qui envoie les pots au travers d’un film plastique, glissant du même coup un support cartonné sous la pile.



Ci-dessus : vérin pousseur

Le film plastique vient alors envelopper le paquet de pots ainsi que le carton qui les supporte. Aussitôt un vérin bloqueur plaque les paquets et un soudeur, formé par une barre résistive chauffante et appuyé par un vérin vertical, vient couper le film pour le détacher du rouleau et solidariser les extrémités ainsi formées.

Ci-contre : Bloqueur et soudeur



Nous voici dans la partie fardeleuse du système.
Ensuite, le tout est embarqué sur un tapis roulant et envoyé vers un fourneau pour rétracter le film sur les pots de compotes.
Ainsi emballés, ils partiront pour l’étiquetage et la palettisation.

4.2 – Automatismes utilisés

- Empileuse :

Pour le bloc empileuse, l'asservissement de la partie puissance et l'acquisition des signaux capteurs sont réalisés par un mécanisme multi-tâches, un automate programmable TSX micro 37 10 de la gamme Télémécanique.

Documentation sur TSX page annexe 1 intercalaire n°1

- Fardeleuse :

Etant la partie la plus vieille de cette ligne de production, le bloc fardeleuse est commandé par un groupement de relais thermiques. Il s'agit donc ici de logique combinatoire.

Ci-dessous : armoire de câblage fardeleuse



Schémas électriques fardeleuse pages annexes intercalaire n°2

4.3 – Interface et dialogue homme - machine

- Empileuse :

Ici le dialogue entre l'automate et l'utilisateur est assuré par un écran de contrôle de type Magelis XBT E. Celui-ci permet d'afficher l'état général du système, de l'initialiser, de passer du mode automatique au mode manuel et de signaler les défauts sur les différents actionneurs de l'empileuse.

Ci-dessous : Ecran de dialogue empileuse

Documentation sur Magelis page annexe 2 intercalaire n°1

- Fardeleuse :

De part l'ancienneté de son mécanisme, l'interface utilisateur est assurée exclusivement par une série de boutons poussoirs, potentiomètres et voyants lumineux.
Ceux-ci permettent de faire fonctionner les actionneurs en mode manuel ou automatique, de visualiser leur état de marche ou d'arrêt ou encore de régler la température de soudure du film plastique.

Ci-dessous : Pupitre de commande Fardeleuse



5 – Mission de stage

Cahier des charges :

Cette mission de stage rendra compte de l'étude du remplacement de la partie commande d'un système de fardeleuse, réalisée par des relais thermiques, par un asservissement sur un automate programmable Télémécanique de la gamme TSX micro et son intégration au système empileuse déjà gérée par ce même automate.

L'interface utilisateur sera produite, quant à elle, par un écran de dialogue Télémécanique de type Magelis déjà intégré à l'automate.

Le matériel utilisé sur la fardeleuse devra être remit à jour pour être alimenté en +24 volts continu, tension d'alimentation des cartes d'entrées/sorties de l'automate, alors que celui-ci était alimenté au préalable en 110 volts.

La programmation de l'automate devra être réalisé sous PL7 pro, et pour l'écran sa programmation devra être conçu sous XBT L1000. Logiciels tout deux fournis par Schneider Electric pour programmer leurs produits.

L'étude se devra d'être la moins chère possible, tandis que sa conception sera la plus simple possible.

Après mise sous tension du système, le logiciel de commande offrira plusieurs fonctionnalités :
Un mode automatique de fonctionnement, un mode manuel où l'utilisateur pourra piloter les différents actionneurs séparément et une visualisation des erreurs mécaniques sur la machine.

Autre contrainte, cette étude devra être réalisé en six semaines pour permettre de mettre en application le projet, durant les deux semaines d'arrêt de la machine ayant lieu mi-mai.

6. Travail Entreprit

– Analyse fonctionnelle des cycles de la fardeleuse :

Dans cette partie sera détaillée le fonctionnement approfondit des actionneurs principaux du système, qui servira par la suite à établir les grafcets et schémas à contacts qui permettront de programmer l'automate en toute simplicité.

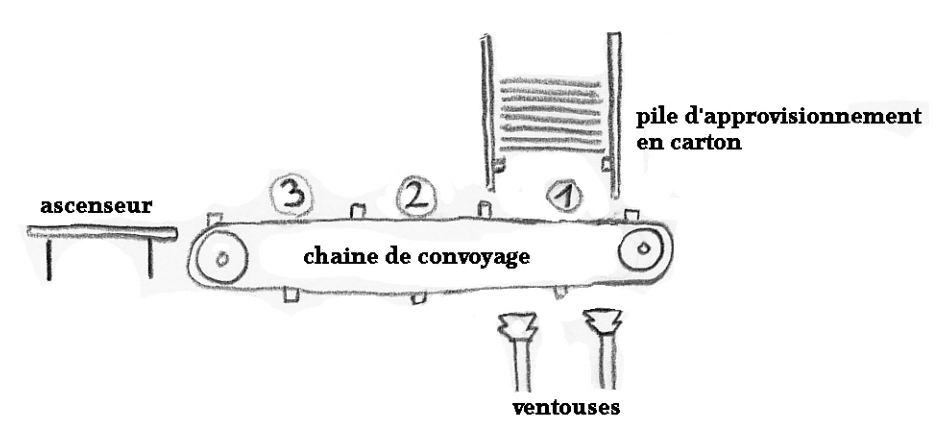
Pour ce faire, j'eus à ma disposition les schémas électriques de la machine. Néanmoins, faisant preuve d'une logique tortueuse, redondante et n'étant pas traduits en français que partiellement par l'équipe des techniciens de V2, l'analyse visuelle du fonctionnement de la chaîne me fut d'une aide très précieuse voir indispensable.

En observant ses cycles et sa composition, on s'aperçoit très vite que le fonctionnement de la fardeleuse ne peut être régit par un seul grafcet, cette logique séquentielle serait bien trop lourde à concevoir et le système perdrait un temps fou à attendre que certaines tâches se terminent pour en lancer d'autres.
Il faut donc découper le système en sous-systèmes, s'articulant entre eux, pour rendre la machine la plus multi-tâches possible.

Tout d'abord, le premier sous-système qui se dégage est l'acheminement du carton, composé de quatre actionneurs et devant faire face à plusieurs cas particuliers liés aux reprises sur défauts ou au premier démarrage, ainsi cette partie doit être traitée à part.
Quant au système de fardeleuse lui-même, composé également de quatre actionneurs, le plus simple est de le séparer en quatre blocs régissant chacun un actionneur du système. En plus d'une grande souplesse, cette pratique ajoute l'avantage d'une très grande simplicité de compréhension pour toute personne devant modifier le programme par la suite, bien que cette structure puisse paraître un peu inhabituelle.

Passons donc maintenant à l'analyse fonctionnelle de chaque bloc.

a) **Acheminement du carton** :



Le but de cette partie du système est de fournir les cartons qui seront conditionnés sous les pots de compotes. Ainsi, à chaque lot de compotes présent, le système d'acheminement doit mettre en position un carton sur l'ascenseur qui va se placer sous les pots lorsque le vérin pousseur s'actionne.

Voir analyse littérale vérin pousseur pour plus de détails sur ce point.

Pour se faire, quatre ventouses montent pour venir aspirer un carton de la pile d'approvisionnement. Une fois prit, les ventouses redescendent et déposent du même coup le carton sur la chaîne de convoyage. La chaîne se décale alors d'un cran vers la gauche pour laisser l'emplacement numéro 1 libre à un nouveau carton.
Le processus se répète de cette façon jusqu'à ce qu'un carton arrive en position sur l'ascenseur.

Exemple : Le tapis est vide. Successivement, les ventouses déposent deux cartons sur la chaîne. Ainsi les crans 2 et 3 sont remplis. Lorsque les ventouses déposent un 3eme carton sur l'emplacement 1, le tapis se décale une nouvelle fois, ainsi le carton contenu en 3 déborde de la chaîne et passe sur l'ascenseur.

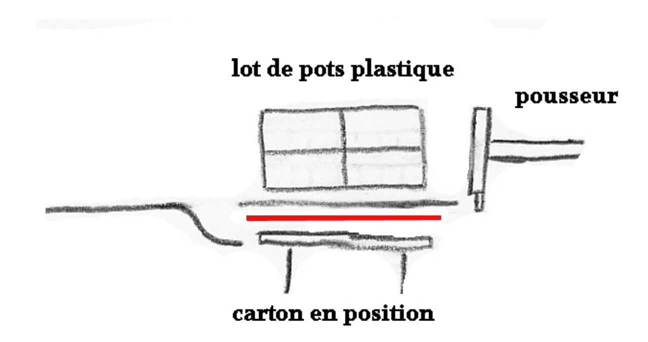
Une fois un carton en position sur l'ascenseur, le tapis de convoyage et les ventouses se figent. L'ascenseur monte pour mettre le carton sous les pots. Quand le vérin pousseur expédie les pots et le support cartonné dans la zone de soudure, l'ascenseur vide redescend et le processus reprend, jusqu'à ce q'un nouveau carton soit mit sur l'ascenseur.

Quand le nombre de cartons dans la pile d'approvisionnement est trop faible, un voyant lumineux s'allume, néanmoins les cycles se poursuivent et quelqu'un doit intervenir pour compléter le stock avant qu'il ne soit totalement vide.
Ainsi la machine n'est pas contrainte de s'arrêter et la productivité de celle-ci ne s'en sent pas lésée.

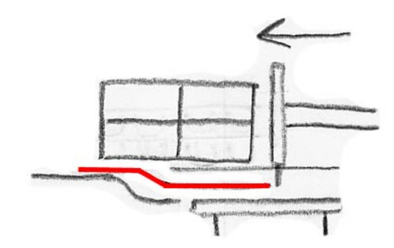
Voir grafcet acheminement carton page annexe 9 intercalaire n°3

b) Vérin pousseur :

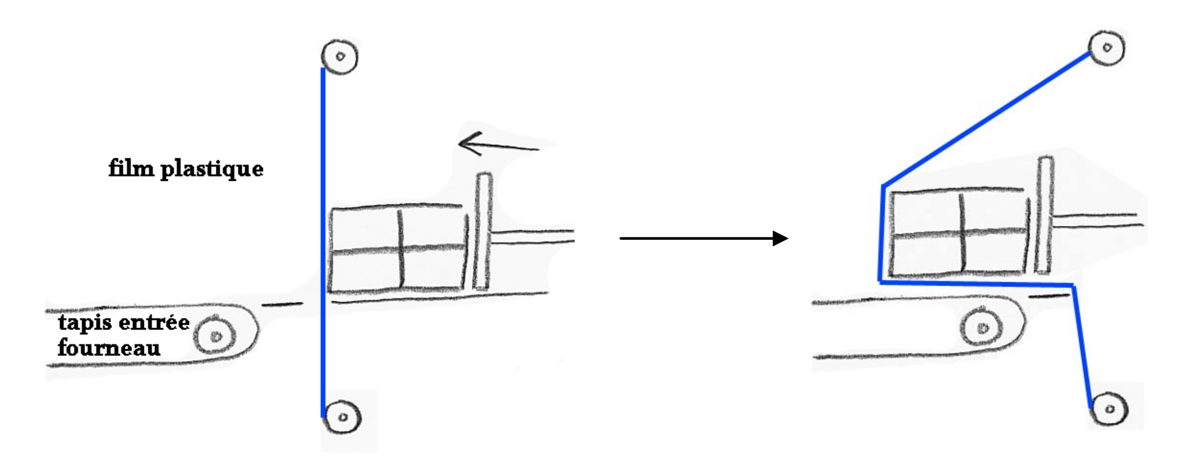
Aussi appelé vérin présentation



Lorsque l'empileuse met le lots de pots en position devant le vérin présentation, que l'ascenseur est au niveau haut avec un carton dessus et que le passage vers le soudeur est dégagé, alors le vérin sort, poussant les pots et le carton qui se glissera sous la pile de compotes.



Continuant sa course, le vérin envoie les pots contre le filme plastique qui s'enroulera autour du colis.

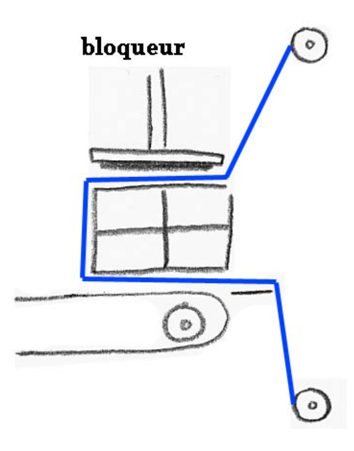


Le vérin arrive en fin de course lorsqu'il a acheminé le paquet jusqu'au tapis d'entrée du fourneau. Parvenu à son but, il retourne en position initiale.

Voir grafcet vérin pousseur page annexe 9 intercalaire n°3

c) Vérin bloqueur :

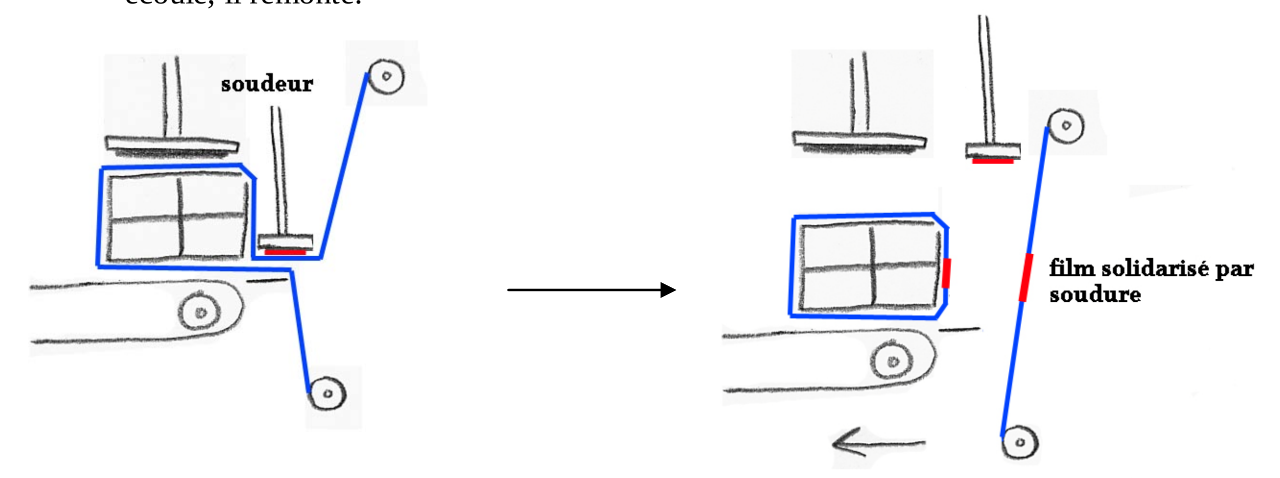
Lorsque le pousseur arrive en fin de course, aussitôt le vérin bloqueur descend pour plaquer les pots avant que le soudeur ne s'active. Il ne remontera qu'une fois la soudure terminée.



Voir grafcet vérin bloqueur page annexe 9 intercalaire n°3

d) Soudeur :

Dès que le vérin bloqueur est en place, cela signifie que les pots sont en position et si il n'y a pas d'obstacle sur la zone, alors le soudeur descend, sectionnant le film plastique et solidarisant les deux parties coupées. Le temps nécessaire à la soudure écoulé, il remonte.



Si un obstacle venait se glisser sur la zone de soudure lorsque le vérin descend, il est impératif de le faire remonter dans l'instant.

Voir grafcet vérin soudeur page annexe 9 intercalaire n°3

e) Tapis d’entrée du fourneau :

Le fonctionnement de celui-ci est très simple. Il fonctionne tout le temps sauf lorsque le vérin pousseur arrive en fin de course et il ne redémarrera qu’à la fin de la soudure une fois le bloqueur remonté, pour ne pas gêner l’emballage des pots.

Voir grafcet tapis d’entrée page annexe 9 intercalaire n°3

f) Moteurs films :

Le déroulement du film plastique pour l’emballage des pots est assuré par deux moteurs. Un pour la partie inférieure du film et un autre pour la partie supérieure. Un système de contrepoids permet au film d’être toujours tendu. Dès que cette tension est trop forte, cela signifie l’approche du vérin présentation ou du soudeur, les contrepoids basculent et activent un capteur qui actionne les moteurs.

Voir logique à contacts moteurs films page annexe 9 intercalaire n°3

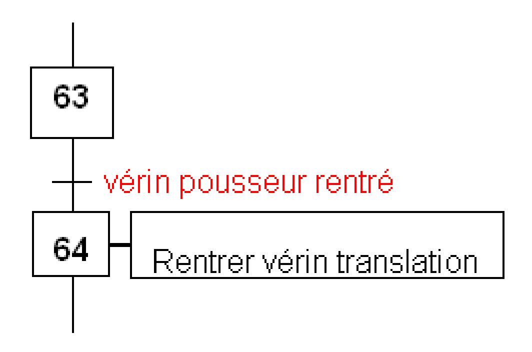
6.2 – Prise en compte de la partie fardeleuse par l’empileuse

L’empileuse étant un ajout plus récent que la fardeleuse sur la ligne, sa commande prend en compte les cycles de la fardeleuse à l’aide de capteurs placés au niveau du pousseur, pour connaître sa position, et au niveau de la présence du carton sur l’ascenseur dans le processus d’acheminement du carton, pour savoir si le support est près afin d’avancer les pots de compotes, mais aussi au niveau de sa mise en marche, pour ne pas lancer son cycle si la fardeleuse n’est pas prête. Tandis que de son côté, la fardeleuse est avertie que de nouveaux pots sont présents devant le pousseur par une cellule de présence.
Dorénavant, comme les deux parties seront pilotées par le même automate, toutes ces sécurités mécaniques pour que les deux blocs ne se gênent pas peuvent être supprimées et remplacés par des conditions logicielles gérées par l’automate de commande ou en réutilisant les informations des capteurs de positions respectifs des deux machines.

Les deux parties s’enchevêtrent l’un dans l’autre au niveau du vérin de translation de l’empileuse qui amène les piles de pots jusqu’au pousseur de la fardeleuse.
Le besoin se fait donc sentir de modifier les travaux réalisés par la SPEC sur la logique séquentielle du vérin de translation pour que celui s’articule de la meilleure façon possible avec le pousseur sans accros et sans ce surplus désormais inutile de confirmations mécaniques.

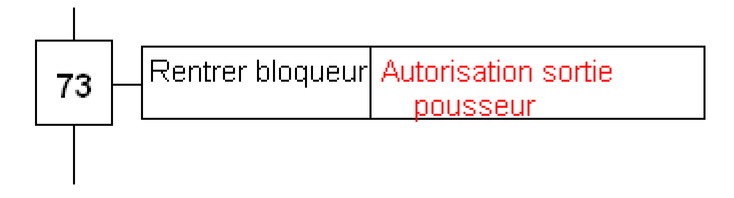
Ses cycles se déroulent de la façon suivante :
A l’état initial, la translation est entièrement sortie et la joue aval est descendue, bloquant les paquets qui sortent du basculeur. Lorsque quatre sont en place, le vérin rentre jusqu’en position intermédiaire et la joue amont descend, trois paquets sont alors prit entre les deux joues et le quatrième reste en place pour commencer un nouveau lot.
Le bloqueur de la translation descend, les pots plaqués, le vérin peut poursuivre son déplacement jusqu’au pousseur en rentrant jusqu’en position initiale.
Une fois là, les joues et le bloqueur remontent, ce qui laisse le champ libre au pousseur de la fardeleuse pour sortir sans encombre, la translation peut ainsi retourner chercher d’autres paquets sans risques de rentrer en collision avec le pousseur.

Pour conserver ce processus, en retirant les états capteurs superflus sur les transitions du grafcet du vérin de translation, il suffit de modifier la transition de l'étape 63 à 64 en ajoutant la condition selon laquelle la translation ne peut rentrer complètement que si le pousseur est à l'état initial :



Voir grafcet translation existant page annexe 1 intercalaire n°3

Ainsi le translation ne pourra acheminer les paquets jusqu'au pousseur seulement si celui-ci n'encombre pas le passage.
Mais ceci n'est pas suffisant. Comment être sûr que le pousseur ne sorte pas lorsque la translation n'est pas totalement rentrée ou que le bloqueur n'a pas fini de tenir les paquets ?
Il faut donc que le pousseur sorte une fois que le bloqueur de la translation est remonté. Nous pouvons alors être sûr que trois paquets sont en place devant pousseur et que tout risque de collision avec le vérin de translation est écarté.
Il est nécessaire de modifier le grafcet du bloqueur de la translation pour qu'il délivre une autorisation logicielle au pousseur lorsqu'il entame sa remontée.



Voir grafcet bloqueur translation existant page annexe 1 intercalaire n°3

6.3 – Recensement du matériel

De l'analyse littérale, nous pouvons déduire le matériel à utiliser pour reproduire ce fonctionnement tout en ne perdant pas de vue l'objectif d'utiliser le moins d'entrées et de sorties possibles sur l'automate. Ce qui facilitera la programmation, moins de fonctionnalités à gérer, nous fera bénéficier d'un gain de places sur les cartes automates, les emplacements libres pourront servir à améliorer le système ultérieurement, et surtout réduire le coût de l'installation car qui dit moins d'entrées/sorties dit moins de capteurs et d'actionneurs à acheter et à installer. Gain de temps et d'argent en somme.
Tout fois, il ne faut pas négliger non plus la sécurité de la machine et du personnel y travaillant dessus, ce qui entraîne quelques limites à ne pas franchir sur l'optimisation du choix du matériel.

a) Actionneurs :

Durant l'étude littérale, nous avons vu que le système fardeleuse était composé de cinq vérins :

- Soudeur
- Bloqueur
- Pousseur
- Ascenseur
- Ventouse

D'une aspiration pour permettre aux ventouses d'attraper le carton et de quatre moteurs :

- Chaîne de convoyage du carton
- Tapis d'entrée du fourneau
- Déroulement film haut
- Déroulement film bas

Nous aurons donc besoin de six distributeurs électropneumatiques pour commander les cinq vérins et l'aspiration, et de quatre relais thermiques pour la commande des moteurs.
Pour réduire le nombre de sorties de l'automate, la commande de chaque distributeur sera effectuée par une électrovanne et un rappel à ressort. Les vérins seront donc monostables, ce qui divise par deux le nombre de sorties automates nécessaire à leur fonctionnement par rapport à des bistables.

b) Capteurs :

- acheminement du carton :

Sur cette partie, il y a donc besoin d'un capteur de niveau haut et d'un capteur de niveau bas pour le système de ventouse et l'ascenseur. Un supplémentaire pour l'insuffisance de carton dans la pile, au autre pour la détection des crans de la chaîne de convoyage et une cellule pour la présence d'un carton sur l'ascenseur.
Ce qui nous fait six capteurs de position et une cellule de détection.

- Pousseur et soudeur :

Ces deux actionneurs peuvent être traités simultanément puisque, mit à part le fait que l'un est à déplacement horizontal et l'autre vertical, le principe de fonctionnement reste le même.
Il faut donc pour chacun un capteur de position initiale, un capteur de position finale et un capteur de position intermédiaire.

Celui-ci n'est pas obligatoire, cependant il permet de connaître le sens de déplacement du vérin plus facilement et d'accélérer le cycle séquentiel du programme, puisqu'au lieu de lancer l'action suivante lorsque le vérin est retourné en position initiale, on peut le faire lorsqu'il est entrain de rentrer. Gain de temps, gain de productivité. Tout en gardant une sécurité mécanique que l'on n'aurait pas en utilisant une temporisation.

Il faut aussi une cellule pour détecter si la zone de soudure est dégagée ou obstruée, pour permettre au soudeur d'entamer sa descente.

On a donc besoin ici de six capteurs de position et d'une cellule de présence. Même si cela n'apparaît pas dans l'étude fonctionnelle du système, il faut aussi une sonde de température pour réguler la température de soudure du film plastique.

- Bloqueur :

Logiquement, cet actionneur devrait avoir deux capteurs de positions, néanmoins de part son action, sa taille et sa position, il n'est aucunement dangereux pour toute personne intervenant sur la machine. De plus ses déplacements peuvent être déduits de l'état des autres actionneurs du système. Il n'est donc pas nécessaire d'implanter des capteurs sur cette partie.

- Films :

Vu la topologie actuelle de cette partie, il est indispensable d'utiliser un capteur pour chaque moteur. On pourrait très bien faire reposer l'action des deux moteurs sur le même capteur dans un souci d'optimisation. Cependant la tension sur la partie haute et sur la partie basse du film étant différentes, cela pourrait l'endommager ou le déchirer si il n'est pas assez élastique.
Le plus judicieux est donc de prendre deux capteurs pour la distribution du film plastique.

- moteurs :

Pour les quatre moteurs faisant parti de la ligne fardeleuse, il est nécessaire de prévoir quatre contacteurs auxiliaires pour signaler les arrêts dus à une surcharge ou un court-circuit.

- Sécurités du sas :

Comme la plupart des lignes de productions automatisées, la fardeleuse est protégée d'un sas à cinq portes. Si l'une d'entre elles est ouverte, le cycle de la machine doit obligatoirement s'arrêter. Pour détecter cette ouverte, il est impératif de placer un capteur sur chacune d'elles.
Ce qui nous fait cinq capteurs de positions supplémentaires.

c) Nombres d'entrées/sorties :

Pour des raisons de sécurité, les capteurs de fermeture des portes ne sont pas à relier aux entrées de l'automate mais directement au circuit du contacteur général d'alimentation des entrées/sorties de l'automate pour être sûr que l'arrêt de la machine soit effectif lors d'une ouverture du sas.

En comptabilisant ce qui a été énoncé précédemment, il faut relier vingt entrées à l'automate et dix sorties.
Or sur les trois cartes d'entrées/sorties qu'il possède aucunes sont disponibles sur la première, quatre entrées et cinq sorties sur la seconde, six entrées et dix sorties sur la troisième. Ce qui au niveau des entrées disponibles est trop peu pour asservir la fardeleuse. Il faudra donc prévoir l'ajout d'une nouvelle carte d'entrées/sorties sur l'automate.

6.4 - Choix du matériel :

Conformément au cahier des charges, les entrées capteurs et les commandes actionneurs doivent être passées du 110 volts, ancienne tension d'alimentation de la fardeleuse Pentatec, à du 24 volts continu tension d'alimentation des cartes d'entrées/sorties du TSX micro.
Ce qui demande un remaniement quasi-complet du matériel électrique de commande.

a) Capteurs et voyants lumineux :

Documentation capteurs page annexe 4 à 5 intercalaire n°1

La plupart des capteurs nécessaires à la réception de l'information sont des interrupteurs de position à levier à galet à deux sens d'attaque. C'est le cas pour détecter la position des vérins pousseur, soudeur et ventouse mais aussi pour détecter les crans de la chaîne, de l'insuffisance carton et la position de l'ascenseur.
Néanmoins la place disponible autour de celui-ci étant trop faible pour accueillir un capteur de taille normale, il faut employer ici deux interrupteurs miniatures à sens d'attaque latéral.
Quant aux capteurs de tension du film plastique, nous avons besoin de deux interrupteurs de position à levier à galet à sens d'attaque horizontal.
La régulation de température du soudeur se fait analogiquement et sur un circuit totalement indépendant du reste de la machine. Il n'y a donc pas besoin de modifier ce système en l'implantant sur l'automate.

Schéma électrique de la sonde de température folio6 intercalaire n°2

Pour la détection de l'ouverture d'un des sas de la fardeleuse, il est nécessaire de placer un interrupteur à poussoir métallique sur chacune des portes.

Toute fois, ces capteurs étant des interrupteurs à action purement mécaniques ils ne souffrent pas d'un problème de compatibilité électrique lors d'un changement de tension, ainsi pour ceux-là, les capteurs installés sur l'ancien automatisme peuvent être réemployés. Il n'est donc pas nécessaire de les changer.

Pourtant, il reste le problème des capteurs selfiques ou capacitifs que sont les cellules de détection de présence d'obstacles sur la ligne de soudure et de carton sur l'ascenseur.
Dans le premier cas, la zone de détection s'étant sur une longueur d'approximativement soixante centimètres, il est alors judicieux d'utiliser une cellule photoélectrique à reflex.
A contrario, pour l'ascenseur il suffit de savoir si un carton est bien en position. La portée du capteur n'a pas besoin d'être très longue, ainsi il est préférable de prendre une cellule photoélectrique de proximité dans le cas présent.

Pour visualiser l'insuffisance du carton dans la pile d'approvisionnement, le plus judicieux est de mettre en place un voyant lumineux rouge à signalisation permanente. Vu que le voyant ne signale pas un danger ce n'est pas la peine d'en prendre un clignotant pour attirer encore plus l'œil et d'augmenter la pollution lumineuse
Une lampe 5 watts suffit donc ici.

b) Composants pneumatiques :

Documentation page annexe 6 à 7 intercalaire n°1

La solution la plus simple, mais surtout la moins coûteuse, pour passer d'une commande 110 volts à une commande +24 volts continu pour la distribution pneumatique des vérins, est de changer la bobine de chaque électrovanne qui pilotent les distributeurs par une bobine alimentée en +24 volts continu.
Malheureusement, le matériel pneumatique de la fardeleuse Pentatec est issu de la marque Bosh, tandis que Conserves France commande son matériel uniquement chez Joucomatique.
Les normes, les références et les connexions du matériel diffèrent d'une marque à l'autre, rendant impossible toute compatibilité entre eux.
Il est donc nécessaire de changer toute la commande pneumatique des vérins, pour l'adapter au courant continu, du distributeur à la connectique, en passant par l'électrovanne et la bobine.

La première chose à faire est de choisir le distributeur, les autres composants pneumatiques découleront de celui-ci.
Les critères sont les suivants : Monostable à rappel à ressort, testeurs manuels, commande électropneumatique et compatible à +24 volts continue, sans pour autant négliger la gamme de pression ou de vide d'utilisation qui est indispensable au bon fonctionnement du système.
Une fois celui-ci trouvé, Joucomatique propose une série d'électrovannes compatibles à ce même distributeur en fonction de l'alimentation, de la puissance demandée, du degré de protection et de raccordement électrique.
Nous choisirons la série 189 car plus économique en puissance demandée (2,5W au lieu de 3W pour les séries 190).
Il faut ensuite se reporter à la partie sélection des bobines et du raccordement électrique. Pour cela, il suffit de connaître la série d'électrovanne pour avoir la référence de la taille de bobine. Il ne reste plus qu'à choisir la longueur de câble, la protection électrique et la visualisation de présence tension aux bornes de la bobine.

c) Relais thermiques :

Documentation page annexe 8 intercalaire n°1

Comme les quatre moteurs compris dans le système fardeleuse sont des moteurs triphasés, il est impossible de les piloter directement par l'automate. Il faut donc recourir à des relais thermiques pour assurer le rôle d'intermédiaire entre les moteurs et l'automate.
Le type de contacteur à utiliser est donc un contacteur tripolaire à commande continu 24 volts.

d) Disjoncteurs moteurs et contacteurs auxiliaires :

Documentation page annexe 9 intercalaire n°1

Devant l'ancienneté du matériel utilisé pour assurer la sécurité électrique des moteurs, rôle garantie par des sectionneurs à fusibles, il est préférable de les remplacer par des disjoncteurs moteurs magnétothermiques de catégorie AC-3 qui eux protègent des surcharges et des courts-circuits.
La puissance et l'intensité nominale connue, d'après les schémas électriques (*voir page annexe ?*) , il est facile de choisir le bon matériel.

Pour visualiser, dans le cadre de messages d'alertes, les défauts moteurs il faut ajouter un contacteur auxiliaire à chaque disjoncteur. Ceux-ci doivent être à fermeture et reliés en entrée sur l'automate.

Définition catégorie AC-3 page annexe 10 intercalaire n°1

e) Emplacements d'entrées/sorties sur l'automate

Documentation page annexe 3 intercalaire n°1

Comme la place pour intégrer la fardeleuse Pentatec sur l'automate est insuffisante, nous avons besoin ici d'ajouter un mini bac d'extension d'entrées/sorties, et bien entendu l'apport d'une demi carte de seize entrées et douze sorties en 24 volts continu sur ce même bac est légitime.
Le demi bac pouvant accueillir jusqu'à deux cartes, il reste donc un emplacement libre qui pourra servir ultérieurement à d'autres projets d'asservissement ou d'amélioration du système.

f) Nomenclature

Le choix du matériel terminé, il suffit de se plonger dans les catalogues Télémécaniques pour les composants électriques et Joucomatique pour les pneumatiques afin de trouver les références exactes de chaque produit pour ensuite établir la nomenclature du matériel qui sera donnée au magasinier.

Nomenclature disponible page annexe folio 42 intercalaire n°4

La rédaction des schémas électriques est maintenant possible.

Schémas électriques complets modifiés de l'empileuse et de la fardeleuse intercalaire n°4

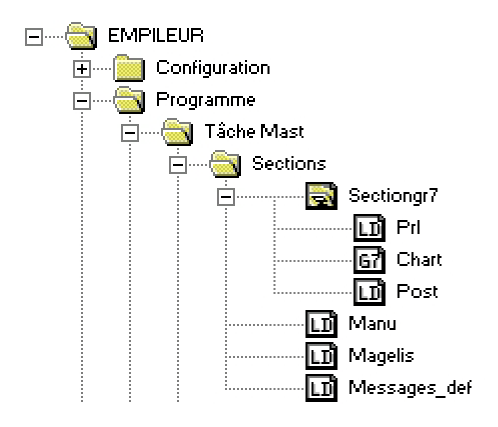
6.5 – Programmation de l’automate sous PL7



La logique séquentielle écrite, le matériel choisit et réparti sur les entrées et sorties de l’automate, il ne reste plus maintenant qu’à rédiger le programme de l’automate sous PL7, logiciel de programmation d’automates de la marque Télémécanique.
Pour se faire, il est nécessaire de modifier le programme réalisé par la SPEC afin d’y intégrer la fardeleuse Pentatec.

Voir programme modifié page annexe 1 à 61 intercalaire n°5

a) Arborescence du programme d’origine



Le programme s’articule de la façon suivante :
La fonction principale, qui est le mode automatique, est écrite en langage grafcet.
Les autres fonctionnalités comme l’écriture sur le Magelis, les alarmes et le mode manuel sont réalisés en langage à contacts sur des pages indépendantes.
Ces différentes parties que l’on peut assimiler à des sous-programmes sont gérées de façon permanente par la partie préliminaire de la section grafcet du programme, pour ne pas se gêner ou se bloquer. Par exemple, si le mode manuel est enclenché, alors logiquement le mode automatique s’arrête et si un défaut est détecté sur l’un des actionneurs, c’est tout le système que s’arrête et l’erreur est affiché sur l’écran Magelis.

b) Départs, arrêts cycles et initialisation

Sur ce point là, les travaux de la SPEC sont toujours d'actualité. Ayant déjà programmé ces éventualités là, je n'ai pas eu besoin de les modifier en profondeur. Il m'a fallu plutôt adapter mon travail au leur pour que tout le système réagisse de la même façon lors d'un arrêt cycle, d'une initialisation ou d'une reprise cycle.
J'ai donc rajouté une condition initiale de départ (CID) sur chacun de mes grafcets, pour les initialisations. Il m'a fallut aussi ajouter la condition « marche cycle » sur la plupart de mes transitions pour que lorsque le cycle est interrompu, les actionneurs se figent et reprennent leurs actions là où ils en étaient avant l'arrêt lors d'un nouveau départ cycle.

Voir mode de marche page annexe 3 intercalaire n°3

c) Mode automatique

Le mode automatique est géré par la section grafcet, après avoir rentré toutes les commandes inhérentes au démarrage ou à l'arrêt du cycle, vu dans le paragraphe précédent, dans la partie préliminaire (prl), sans oublier d'y intégrer aussi l'autorisation logicielle délivrée par le bloqueur du vérin translation au pousseur de la fardeleuse. Il faut maintenant écrire les grafcets symboliques dans la partie « Chart », d'après les grafcets conçus grâce à l'analyse fonctionnelle de la fardeleuse.

Ceci fait, il faut alors rentrer chaque transition en langage à contacts conçus elles aussi grâce à l'analyse fonctionnelle du système.

Pour terminer, après avoir donné les équations d'activation de chaque sortie régissant un actionneur en fonction des étapes des différents grafcets, il faut les rentrer dans la partie postérieure (Post) de la section grafcet.

Voir mode automatique page annexe 15 à 35 intercalaire n°5

d) Mode manuel

Lorsque l'utilisateur choisit de passer en mode manuel, il a alors le choix, sur le Magelis, de faire défiler le menu des actionneurs à activer grâce à un bouton poussoir de l'écran. Au niveau logiciel, cette liste est contenue dans un mot de quatre bits où chaque nom d'actionneur correspond à un nombre donné et à chaque pression sur le bouton de choix, la variable s'incrémente, et l'écran affiche alors le nom correspondant à la valeur.
L'utilisateur peut alors choisir de l'actionner ou de continuer à faire défiler la liste. L'actionneur s'arrête et revient en position initiale à la demande de l'utilisateur ou si le mode manuel est stoppé ou si il y a une coupure au niveau du contacteur général d'alimentation.

Pour cette partie, la variable contenant la liste des actionneurs ne possédait plus que trois places libres sur seize, ce qui est trop eu pour gérer en mode manuel la fardeleuse. J'ai donc était contraint de rajouter une nouvelle variable pour contenir la liste des actionneurs de la fardeleuse.
La page de mode manuel ne gère que l'activation ou la désactivation des mémoires associées aux différents actionneurs en fonction des variables contenant les listes de ceux-ci. La manière dont cette nouvelle liste doit être gérée doit être écrite dans la page Magelis du programme sous PL7 (voir en « e) »).

Dernier point à ne pas oublier, les mémoires associées aux actionneurs dans le mode manuel doivent être rajoutées aux équations d'activation des actionneurs dans la partie postérieure de la section grafcet.
Cas particulier : Le processus d'acheminement du carton est trop complexe pour être réalisé manuellement, en pilotant un à un les actionneurs de cette partie, cela demanderait un timing trop pointu à l'utilisateur pour pouvoir saisir le carton en jouant sur la montée et la descente des ventouses et leur aspiration. Pour ces raisons, il est préférable de lancer un cycle de ce sous-système plutôt que de laisser l'utilisateur tout gérer. Il faut donc modifier le grafcet de l'acheminement carton pour qu'il se lance lorsque l'utilisateur le choisit en mode manuel, ainsi, il suffit d'éditer les transitions de ce grafcet en rajoutant une condition en « OU » sur la marche cycle (mcy) et le mode manuel de l'acheminement carton (%M69) pour qu'il fonctionne avec le reste du système en mode automatique et individuellement en mode manuel.

Voir mode manuel page annexe 36 à 42 intercalaire n°5

e) Magelis

Cette partie du programme coordonne les différentes variables ou mots manipulés par l'automate qui seront ensuite traités par le programme de l'écran Magelis sous forme de listes énumérées pour afficher les états de la machine, l'heure, le mode manuel et les états des actionneurs en mode manuel.
C'est donc ici que la variable que j'ai précédemment rajouté pour le mode manuel de la fardeleuse doit être prise en compte.
Au fur et à mesure que l'utilisateur incrémente la variable contenant la liste des actionneurs de l'empileuse à la recherche de celui qu'il veut activer, si il dépasse le dernier actionneur de la liste et donc arrive à la valeur treize, cette variable stoppe son incrémentation et c'est alors au tour de la nouvelle variable contenant la liste de la fardeleuse de s'incrémenter, affichant ainsi un à un les des différents actionneurs de ce système. Si sa valeur dépasse la dernière valeur de la liste à force d'incrémentations, alors elle revient à zéro et l'utilisateur repasse sur la liste de l'empileuse.

Il faut aussi rajouter ici, dans les variables qui affichent l'état des actionneurs ou les actions possibles avec ceux-ci (exemple pour le pousseur : rentrer/sortir) les actionneurs de la fardeleuse. Ceci ne nécessite qu'une brève modification, je m'explique, ces mots contiennent les listes des différents états possibles, et pour l'exemple on va dire que dans la variable qui gère l'état de l'actionneur la valeur cinq correspond à « sortie », il suffit donc de rentrer dans le programme l'équation de l'état des actionneurs qui correspond à la valeur cinq, c'est à dire à la position « sortie ».

Voir Magelis page annexe 42 à 48 intercalaire n°5

f) Messages défauts

Cette partie du programme interagit elle aussi avec l'écran Magelis pour afficher les messages d'erreurs survenus durant le cycle machine en mode automatique. Le principe reste le même que précédemment. Les messages d'erreurs correspondent à des valeurs stockées dans une liste contenue dans une variable double longueur de huit bits, composée en fait de deux variables de quatre bits.
Lorsqu'il n'y a pas d'erreurs à signaler, cette variable reste à la valeur zéro. Si par exemple, le vérin pousseur met trop de temps à passer de sa position finale à sa position initiale, c'est qu'il y a problème mécanique sur cette partie de la chaîne (défaut du vérin, problème de collision, etc.), la variable prend alors la valeur correspondante à cette panne et dès lors que celle-ci ne vaut plus zéro, le système entier s'arrête. Il faut alors que l'utilisateur dépanne la machine puis appuie sur le bouton d'acquittement de l'écran pour que la variable repasse à zéro et que le système reparte.

Voir messages défauts page annexe 49 à 56 intercalaire n°5

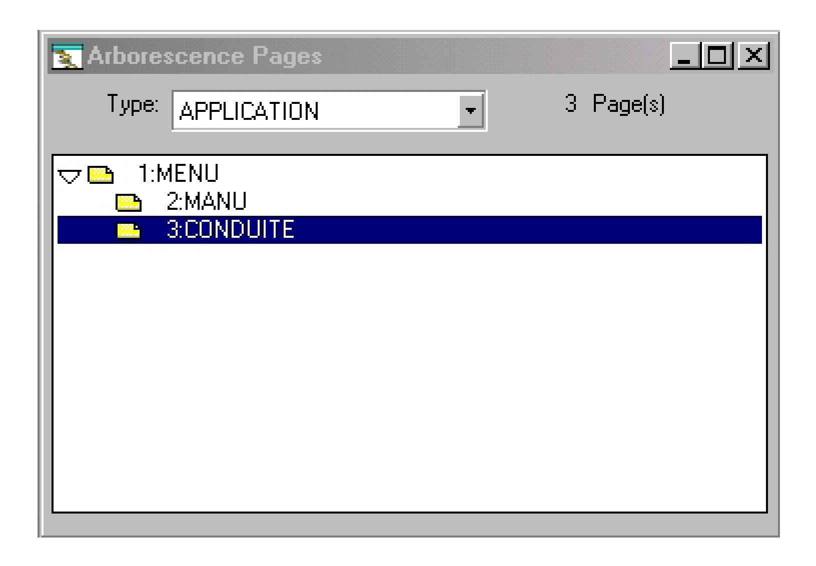
6.6 – Programmation du dialogue Homme - Machine sous XBT



Dans la partie précédente, j'ai fait référence à plusieurs reprises à des variables dont les valeurs correspondaient à des listes énumérés de groupes de mots, c'est ici par ce programme que ces listes sont créées.

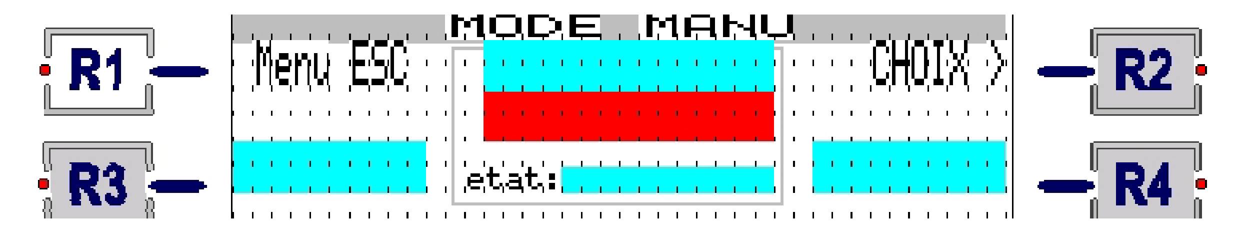
Le principe de l'interface Magelis programmé par XBT est on ne peut plus simple. Chaque page affichée est en fait un bloc texte sur lequel on peut écrire des phrases statiques qui ne changeront jamais ou on peut tout aussi bien réserver des zones de longueur et hauteur choisies que l'on attribut à chaque variable contenant une liste de texte. Selon la valeur de cette variable, le message correspond à cette valeur dans la liste est alors affichée dans la zone réservée à cet effet.

a) Arborescence des différentes pages et page de menu



La page menu affiche l'état général du système (cycle en cours, arrêt, en défaut etc.), permet d'effectuer une initialisation, de s'acquitter d'un défaut et d'accéder à la conduite manuelle ou automatique.

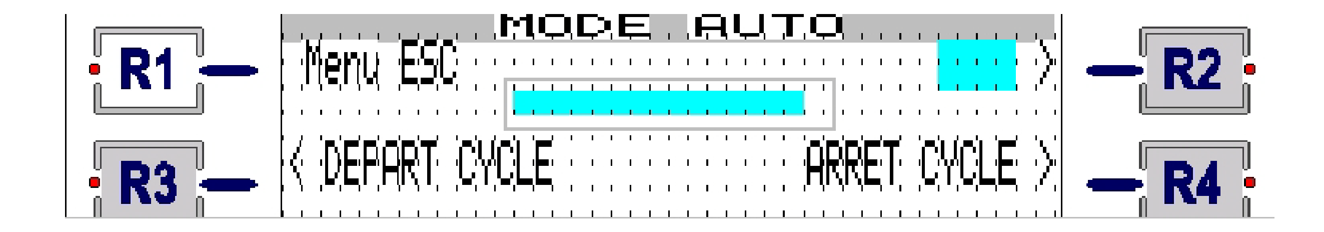
b) Page mode manuel



Au centre de la page s'affiche le nom de l'actionneur que l'utilisateur choisit en faisant défiler la liste à l'aide du bouton choix. La variable du haut en bleu affiche les actionneurs de l'empileuse. Si l'utilisateur fait défiler cette liste jusqu'à la fin de la liste, la variable affichera « Pentatec ». La variable juste en dessous en rouge apparaîtra alors et affichera la liste des actionneurs de la fardeleuse que l'utilisateur fera aussi défiler avec le bouton choix. Une fois à la fin de la liste, la variable disparaît et l'utilisateur revient à la liste des actionneurs de l'empileuse.

La variable correspondant au bouton R4 affiche l'action à effectuer pour que l'actionneur aille en position finale, tandis que la variable associée au bouton R3 affiche l'action à effectuer pour retourner en position initiale.
Pour finir, une dernière variable sert à afficher l'état en temps réel de l'actionneur (position finale, position initiale, en défaut, etc.).

c) Page mode automatique



Cette page est donc la page de commande du mode automatique, pour arrêter ou démarrer le cycle. La variable au milieu de la page affiche l'état général du système, il s'agit de la même variable que celle utiliser pour afficher cette information sur la page de menu.

d) Messages défauts

Pour prendre en compte les défauts possibles sur les actionneurs de la fardeleuse, j'ai du rajouter cinq pages de signalisation d'erreurs. Deux pages pour les défauts liés à la montée ou à la descente de la barre de soudure, deux autres pages pour les défauts liés à la sortie ou à la rentrée du pousseur mais aussi bien pour un défaut sur l'acheminement du carton. Puisque le vérin ne peut tout aussi bien pas sortir ou rentrer parce qu'il est entrée en collision avec l'ascenseur. Le bloqueur de la fardeleuse lui ne fait pas l'objet de messages de défauts car il ne possède aucun capteur pouvant vérifier si il exécute réellement son travail.
La dernière page de signalisation d'erreurs est accordée aux moteurs triphasés.

Au lieu de créer une page d'erreur par moteur, je les ai regroupé sur une seule page sur laquelle s'affiche le ou les moteurs en défauts grâce à une liste énumérée.

Voir programmation XBT page annexe 57 à 65 intercalaire n°5

7. Conclusion technique

Au final, au bout de ces six semaines, l’objectif de réaliser l’étude a été tenu. Les schémas électriques ont été écrits, le matériel nécessaire a été recensé et la programmation des différents automatismes établis.

Seule ombre au tableau, en raisons de problèmes de productivités de la machine initiale dû à des arrêts trop nombreux pour des raisons de problèmes de cycles, de problèmes mécaniques ou de mauvais conditionnements des produits, les deux semaines d’arrêts prévus initialement pour permettre de réaliser le projet et de mettre en pratique cette étude n’ont pas été accordés.

Le projet reste donc en suspens même si il est toujours d’actualité. Cette étude servira à d’autres techniciens pour finaliser le projet et le mettre en œuvre lorsque des temps d’arrêts pour la maintenance de la fardeleuse seront autorisés.

8. Appréciation personnelle

A l’issue de ces dix semaines d’analyse et de conception d’asservissement du système fardeleuse, j’ai pu mettre en application mes compétences dans le milieu professionnel. Cette expérience m’a permet d’évoluer car j’ai pu avoir une vision concrète du déroulement d’un projet, de l’étude de l’existant jusqu’à son remplacement complet. Cela a été l’occasion d’enrichir mes connaissances dans les possibilités offertes par les outils de programmation industriels, et d’acquérir des compétences complémentaires dans le domaine de l’ingénierie électrique.

Ce travail, en collaboration avec mon tuteur de stage et certains techniciens du service, représente une expérience professionnelle et humaine très enrichissante car elle révèle l’importance de la communication interne au sien d’une équipe de maintenance.

Je reste néanmoins déçu de n’avoir pu réaliser ce projet et d’avoir dû me contenter d’une étude théorique, puisque les deux semaines d’arrêts sur la machine n’ont pas été obtenus. Cependant, les résultats sont là et dès lors que des délais seront obtenus, l’étude pourra être mit en application directement, ce qui est un réel apport pour l’entreprise.

9. Bibliographie

- Manuel d'utilisation PL7 pro.

- Catalogue 2006 Schneider Electric.

- Catalogue 2006 Joucomatique vannes et électrovannes tout fluide.